

PUB-NO: DE010064691A1

DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 10064691 A1

TITLE: Electronic component comprises a
semiconductor chip with
copper conducting pathways for
connecting semiconductor
electrode surfaces of elements of the
chip to copper
contact surfaces

PUBN-DATE: July 4, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME
HAGEN, ROBERT CHRISTIAN

COUNTRY
DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME
INFINEON TECHNOLOGIES AG

COUNTRY
DE

APPL-NO: DE10064691

APPL-DATE: December 22, 2000

PRIORITY-DATA: DE10064691A (December 22, 2000)

INT-CL (IPC): H01L023/50, H01L021/60

EUR-CL (EPC): H01L023/485 ; H01L023/29, H01L023/31

US-CL-CURRENT: 257/E23.02, 257/E23.119 , 257/E23.124

ABSTRACT:

CHG DATE=20030603 STATUS=O>Electronic component
comprises a semiconductor
chip (2) with copper conducting pathways (3) for connecting
semiconductor

electrode surfaces (4) of elements of the chip to copper contact surfaces (6). Connecting lines (7) extend from the contact surfaces to the connecting surfaces (8) of a system support (9). The contact surfaces have a connecting line coated with residues of an organic protective layer in regions of the contact surface. An Independent claim is also included for a process for the production of an electronic component. Preferred Features: The conducting pathways and the contact surfaces are made from a copper alloy containing silicon. The protective layer is made from a polymer and/or copolymer, disproportionated pine resin, esterified pine resin, phthalate resin, preferably dimethylglycol phthalate, or an imidazole derivative.



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 100 64 691 A 1

51 Int. Cl. 7:
H 01 L 23/50
H 01 L 21/60

21 Aktenzeichen: 100 64 691.3
22 Anmeldetag: 22. 12. 2000
43 Offenlegungstag: 4. 7. 2002

DE 100 64 691 A 1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

71 Anmelder:
Infineon Technologies AG, 81669 München, DE

74 Vertreter:
Schweiger, M., Dipl.-Ing. Univ., Pat.-Anw., 80802
München

72 Erfinder:
Hagen, Robert Christian, Dr., 93092 Barbing, DE

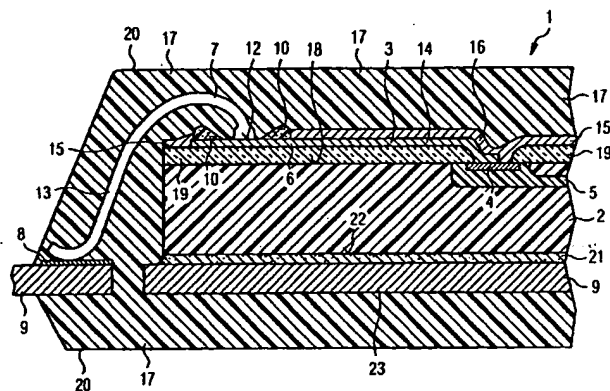
56 Entgegenhaltungen:
US 62 18 732 B1
US 60 84 304
US 59 90 545
US 57 53 974
WO 96 16 768 A1
WO 00 59 029 A2
JP 62-1 20 037 A
JP 02-1 19 140 A
JP 01-1 95 292 A
JP 00-91 341 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Elektronisches Bauteil mit einem Halbleiter-Chip und Kupferleiterbahnen auf dem Chip sowie ein Verfahren zu seiner Herstellung

57 Die Erfindung betrifft ein elektronisches Bauteil mit einem Halbleiterchip (2) und Kupferleiterbahnen (3) auf dem Halbleiterchip (2), wobei die Kupferleiterbahnen (3) Halbleiterelektrodenflächen (4) mit Kupferkontaktflächen (6) verbinden und sich Verbindungsleitungen von den Kupferkontaktflächen (6) zu Kontaktanschlussflächen (8) eines Trägersystems erstrecken und wobei die Kupferkontaktflächen (6) Reste (10) einer organischen Schutzschicht aufweisen. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen elektronischen Bauteils.



DE 100 64 691 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein elektronisches Bauteil mit einem Halbleiterchip und Kupferleiterbahnen auf dem Chip sowie ein Verfahren zu seiner Herstellung.

[0002] Elektronische Bauteile mit einem Halbleiterchip und Kupferleiterbahnen auf dem Chip sind anfällig gegen Oxidation und Sulfidation der Kupferleiterbahnen. Diese Kupferleiterbahnen verbinden Halbleiterelektrodenflächen von Halbleiterbauelementen integrierter Schaltungen eines Chips mit Kupferkontaktflächen auf dem Chip. Während die Kupferleiterbahnen vor einer Oxidation durch entsprechende Passivierungsschichten geschützt werden können, liegen die Kupferkontaktflächen frei, damit Verbindungsleitungen an diesen angebracht werden können. Diese Kupferkontaktflächen sind dem Angriff des Sauerstoffs und des Schwefels in der Luft ausgesetzt, wobei sich poröse Kupferoxyde und Kupfervitriol bilden können. Lediglich durch teure Edelmetallbeschichtung können diese freiliegenden Kupferkontaktflächen vor Oxidation und Vitriolbildung geschützt werden.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es, ein elektronisches Bauteil mit einem Halbleiterchip und Kupferleiterbahnen anzugeben, bei dem die Kupferkontaktflächen keine Edelmetallbeschichtungen aufweisen und dennoch kostengünstig vor Oxidation und Kupfervitriolbildung geschützt sind. Ferner ist es eine Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung derartiger elektronischer Bauteile anzugeben, das wesentlich kostengünstiger die freiliegenden Kupferkontaktflächen schützt.

[0004] Diese Aufgabe wird mit den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0005] Erfindungsgemäß wird ein elektronisches Bauteil mit einem Halbleiterchip und Kupferleiterbahnen auf dem Halbleiterchip angegeben, wobei die Kupferleiterbahnen Halbleiterelektrodenflächen von Halbleiterelementen integrierter Schaltungen des Halbleiterchips mit Kupferkontaktflächen verbinden. Auf den Kupferkontaktflächen sind Verbindungsleitungen angebracht, die zu Kontaktschlussflächen eines Systemträgers führen. Dabei weisen die Kupferkontaktflächen, die eine Verbindungsleitung aufweisen, Reste einer organischen Schutzschicht in den Bereichen einer Kupferkontaktfläche auf, die nicht durch eine Verbindungsleitung belegt sind. Diese Reste einer organischen Schutzschicht bedecken also den Teil und die Bereiche einer Kupferkontaktfläche, die nicht durch eine der Verbindungsleitungen auf der Kupferkontaktflächen geschützt ist. Somit ist die gesamte Kupferkontaktfläche vor Oxidation geschützt, einerseits durch die Reste der organischen Schutzschicht und andererseits durch die intensive elektrische Verbindung mit einer Verbindungsleitung. Dieses elektronische Bauteil hat den Vorteil, dass die Kupferkontaktflächen vollständig geschützt bleiben und keine Edelmetallbeschichtung für diesen Schutz erforderlich ist und keine Edelmetallbeschichtung für ein Bonden der Verbindungsleitung erfordern.

[0006] In einer Ausführungsform der Erfindung weist das Material der Kupferleiterbahnen und der Kupferkontaktflächen kein reines Kupfer auf, sondern Kupferlegierungen. Derartige Kupferlegierungen können hohe Aluminiumanteile enthalten, die die Oberfläche der Legierung durch Aluminiumoxydbildung vor Korrosion schützen.

[0007] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Kupferlegierung als Legierungselement Silizium aufweist. Silizium als Legierungselement hat den Vorteil, dass die Kupferleitungen gegenüber Magnetfeldern unempfindlicher werden.

[0008] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung

sind die Kupferkontaktflächen mit einer organischen Schutzschicht versehen, die beim Einwirken von Kraft, Reibung oder Wärme die Oberfläche der Kupferkontaktflächen freigibt oder von der Oberfläche der Kupferkontaktflächen durch den Bondvorgang verdrängt wird. Somit bleibt im Bereich einer Bondverbindung die Kupferkontaktfläche von der organischen Schutzschicht frei. Damit ist gleichzeitig gewährleistet, dass die Kupferkontaktflächen immer bedeckt bleiben, entweder von Resten einer organischen Schutzschicht oder von entsprechenden Verbindungsleitungen.

[0009] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist die organische Schutzschicht, von der Reste auf der Kupferkontaktfläche des elektronischen Bauteils verbleiben, ein chemisch reduzierendes Mittel auf. Diese Ausführungsform unterstützt ein Nicht-Oxidieren des oxidationsempfindlichen Kupfers, indem das reduzierende Mittel jede Oxydbildung unvermittelt aufhebt.

[0010] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die organische Schutzschicht hydrophob ist. Diese Eigenschaft stellt sicher, dass die organische Schutzschicht keine Wassermoleküle aufnimmt, sondern Feuchtigkeit abstößt und damit die Kupferkontaktfläche vor schneller Oxidation durch Wassermoleküle schützt.

[0011] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die organische Schutzschicht ein Polymer und/oder Co-Polymer aufweist. Derartige Polymere oder Co-Polymere bilden Kunststoffschutzschichten die in hervorragender Weise eine große Adhesion zu der Kupferkontaktfläche aufweisen, womit eine intensiv wirkende Schutzschicht gegen Oxidation gewährleistet ist.

[0012] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die organische Schutzschicht ein Material aufweist, dass aus der Gruppe disproportioniertes Kolophonium, verestertes Kolophonium, Phthalatharz, vorzugsweise Dimethylglycolphthalat, ausgewählt ist. Diese Gruppe von möglichen Materialien der organischen Schutzschicht zeichnet sich dadurch aus, dass ein solches Material sich leicht durch geringen Energieaufwand von der zu schützenden Oberfläche der Kupferkontaktflächen verdrängen lässt, um eine Bondverbindung mit einem Verbindungsleiter zu ermöglichen.

[0013] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist die organische Schutzschicht ein Imidazolderivat auf. Derartige Imidazolderivate werden vorzugsweise in einer ein- bis fünfprozentigen Essigsäure oder in einer ein- bis fünfprozentigen Ameisensäure gelöst, um sie auf einem Halbleiterwafer zur Abdeckung der Kupferkontaktschlüsse in einer Schichtdicke zwischen 0,1 bis 0,5 µm aufzutragen.

[0014] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist die organische Schutzschicht ein Material der Gruppe Alkylimidazol, Dialkylimidazol, Alkylbenzimidazol oder Dialkylphenylbenzimidazol auf. Zum Aufbringen sind das Dialkylphenylbenzimidazol in ein- bis fünfprozentiger Essigsäure oder in fünf- bis neunprozentiger Ameisensäure gelöst, um eine Schutzschicht von einer Dicke zwischen 0,5 und 1,5 µm zu bilden. Die übrigen Materialien dieser Gruppe werden vorzugsweise in drei- bis fünfprozentiger Ameisensäure gelöst, um wesentlich dünnere Schichten zwischen 0,1 und 0,5 µm auf dem Halbleiterwafer zum Schutz der Kupferkontaktflächen zu bilden.

[0015] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist die organische Schutzschicht ein Phenylbenzimidazol oder ein Phenylalkylimidazol auf. Diese Materialien werden entweder in ein- bis zweiprozentiger Essigsäure oder in einer Ameisensäure, die auf < 5% verdünnt ist, gelöst. Auch diese Materialien sind hervorragend geeignet, um dünne

Schutzschichten in der Größenordnung von 0,1 bis 0,3 µm auf einem Halbleiterwafer zum Schutz der Kupferkontaktflächen zu bilden.

[0016] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann die Verbindungsleitung ebenfalls aus Kupfer oder einer Kupferlegierung sein. Das hat den Vorteil, dass ohne Übergangselemente oder Zwischenschichten die Verbindungsleitungen aus Kupfer unmittelbar mit den Kupferkontaktflächen in Verbindung treten können, ohne dass sich Potentialdifferenzen und Voltagelemente ausbilden können, die eine Korrosion fördern.

[0017] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weisen die Verbindungsleitungen Aluminium oder eine Aluminiumlegierung auf. Derartige Aluminiumlegierungen kommen mit ihrem elektrischen Leitfähigkeitskoeffizienten in die Nähe der elektrischen Leitfähigkeit von Kupfer und haben den Vorteil, dass sich an ihren Oberflächen Aluminiumoxydschichten bilden, die eine schnelle Korrosion der Verbindungsleitungen verhindern.

[0018] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind die Verbindungsleitungen aus Gold oder Palladium oder Legierungen derselben. Derartige Edelmetalle haben sich bereits als Verbindungsleitungen bewährt und werden in verstärktem Maße insbesondere als Bonddrähte eingesetzt.

[0019] Ein Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauteils mit einem Halbleiterchip, der Kupferleiterbahnen, Kupferkontaktflächen, Halbleiterbauelemente mit Halbleiter-Elektrodenflächen und Verbindungsleitungen zu Kontaktanschlussflächen eines Systemträgers aufweist, ist durch folgende verfahrensschritte gekennzeichnet:

- Herstellen einer Kupferleiterbahnstruktur auf einem Halbleiterchip zum elektrischen Verbinden von Halbleiter-Elektrodenflächen mit Kupferkontaktflächen auf einer Isolierschicht des Halbleiterchips,
- Aufbringen einer Passivierungsschicht auf die Kupferleiterbahnstruktur unter Freilassung von Kupferkontaktflächen,
- Aufbringen einer organischen Schutzschicht auf die Kupferkontaktflächen,
- Verbinden von Verbindungsleitungen mit den Kupferkontaktflächen unter Durchdringen und/oder Verdrängen der organischen Schutzschicht auf den Kupferkontaktflächen bis auf einen Rest der organischen Schutzschicht.

[0020] Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass es zu keinerlei Kurzschluss zwischen den Leiterbahnen des Halbleiterchips und den Bauelementen kommen kann. Vielmehr sorgt eine Isolierschicht zwischen dem Halbleiterchip und der Kupferkontaktfläche dafür, dass ein ausreichender Isolationsabstand zwischen der Oberfläche des Halbleiterchips mit elektronischen Bauteilen und der Kupferkontaktfläche durch die Isolierschicht auf dem Halbleiterchip gegeben ist.

[0021] In einem Durchführungsbeispiel der Erfindung wird ein Durchdringen und/oder Verdrängen der organischen Schutzschicht mittels der Kraft, der Reibung oder der Wärme eines Bondvorgangs erreicht. Dabei wird in vorteilhafter Weise die durch die organische Schutzschicht geschützte und nicht oxidierte Oberfläche der Kupferkontaktflächen freigelegt an den Stellen, an denen mittels Kraft, Reibung oder Wärme eine Verbindungsleitung in Kontakt mit der Kupferoberfläche gebracht wird. Dazu wird in einem Durchführungsbeispiel des Verfahrens ein Thermosonic-Verfahren oder ein Thermokompressionsverfahren angewandt, bei denen durch Erwärmen und Ultraschallanregen bzw. durch Abschmelzen und Andrücken eines Verbindungsleiters auf die organische Schutzschicht über den Kupferkontaktflächen die Schutzschicht durch Anschmelzen verdrängt wird. Eine elektrische Verbindung zwischen der Verbindungsleitung und der partiell freigelegten Oberfläche der Kupferkontaktfläche wird dabei unter gleichzeitigem Schutz der verbleibenden Bereiche der Kupferkontaktflächen des Chips hergestellt.

[0022] Ein weiteres Durchführungsbeispiel des Verfahrens sieht vor, dass ein Verbinden der Verbindungsleitung mit den Kupferkontaktflächen mittels eines Ultraschall-Bond-Verfahrens erfolgt. Beim Ultraschall-Bond-Verfahren wird lediglich durch die mechanische Bewegung der mit Ultraschall angeregten Verbindungsleitung die organische Schutzschicht durchdrungen und auf der Oberfläche der Kupferkontaktfläche eine Reib-Schweißverbindung zwischen Kupferkontaktfläche und Verbindungsleitung hergestellt.

[0023] Als Folge dieser drei Durchführungsbeispiele verbleibt ein Rest der organischen Schutzschicht auf der Kupferkontaktfläche des Halbleiterchips, wobei dieser verbleibende Rest der organischen Schutzschicht aufgrund des Verdrängungseffektes durch die Verbindungsleitung die Oberfläche der Bereiche, auf denen keine Verbindung hergestellt ist, bleibend vor Oxidation und Sulfidation schützt.

[0024] Für das Herstellen einer Kupferleiterbahnstruktur wird in einem weiteren Durchführungsbeispiel des Verfahrens eine galvanische Abscheidung des Kupfers auf dem Halbleiterwafer eingesetzt. Dazu wird zunächst eine Grabenstruktur in die Halbleiteroberfläche geätzt und die gesamte Oberfläche des Halbleiterwafers anschließend mit einem leitenden Material beschichtet. Diese Beschichtung erfolgt vorzugsweise durch Sputtern mit einem Kupfer oder einer Kupferlegierung. Anschließend wird auf dem gesamten Wafer galvanisch Kupfer oder eine Kupferlegierung abgeschieden. Dabei wird die Grabenstruktur mit Kupfer oder einer Kupferlegierung gefüllt und auf dem gesamten Wafer die aufgebraute Kupferschicht verdickt. Nach dem Verdicken der Kupferschicht wird der Wafer plangeschliffen und damit die Kupferschicht außerhalb der Grabenstruktur abgetragen und eine ideale Kupferleiterbahnstruktur auf dem Halbleiterwafer geschaffen.

[0025] Ein weiteres Durchführungsbeispiel des Verfahrens sieht vor, dass selektiv die nicht-abgedeckten Bereiche der Kupferschicht mit Hilfe eines reaktiven Ionenätzverfahrens abgetragen werden. Dabei werden Ionen und Radikale, die mit der Kupferlegierung bzw. dem Kupfer der geschlossenen Kupferschicht reagieren unter einer Spannung beschleunigt, so dass nahezu senkrecht zu der Kupferschicht-Oberfläche Trockenätzgräben eingebracht werden können. Ein derartiges Verfahren ermöglicht es, Kupferleiterbahnstrukturen zu verwirklichen, die eine Leiterbahnbreite im Submikrometerbereich, insbesondere unter 0,3 µm aufweisen. Diese Leiterbahnen können unmittelbar mit entsprechend dimensionierten Halbleiterelektrodenflächen im Submikrometerbereich der Halbleiterbauelemente in Kontakt gebracht werden und über eine Isolierschicht zu den im Verhältnis zu den Halbleiterelektrodenflächen großen Kupferkontaktflächen geführt werden. Die Dimensionen der Kupferkontaktflächen richten sich nach den Verbindungsleitungen, die daran anzuschließen sind. Dazu geht die Kupferleiterbahn mit einer sub-Mikrometerbreite über in einer Kupferkontaktfläche, die mehrere µm² abdeckt.

[0026] Zum Schutz der Kupferleiterbahnstruktur wird in einem weiteren Durchführungsbeispiel der Erfindung die Leiterbahnstruktur mit einer Passivierungsschicht abgedeckt, die selektiv nur die Oberflächen der Kupferkontaktflächen freilässt. Eine derartige Passivierungsschicht kann aus Siliciumnitrit aufgebaut sein. Siliciumnitrit enthält kei-

nen Sauerstoff, der das Kupfermaterial der Kupferleiterbahnstrukturen angreifen könnte.

[0027] Um die freigelassenen Kupferkontaktflächen in der Passivierungsschicht mit einer organischen Schutzschicht abzudecken, wird diese in einem weiteren Durchführungsbeispiel des Verfahrens mittels Schleudern aufgebracht. Ein Schleuderverfahren hat den Vorteil, dass die tiefen Öffnungen in der Passivierungsschicht in gleichmäßiger Dicke von der organischen Schutzschicht bedeckt werden, während auf der Passivierungsschicht selbst die Dicke der organischen Schutzschicht vermindert ist.

[0028] Ein weiteren Durchführungsbeispiel des Verfahrens sieht vor, dass die organische Schutzschicht aufgesprüht wird. Das Aufsprühverfahren sorgt für eine gleichbleibende Dicke der organischen Schutzschicht sowohl auf der Passivierungsschicht als auch in den Bereichen der freigelassenen Kupferkontaktflächen, weshalb eine selektive Entfernung der gleichmäßig aufgetragenen organischen Schutzschicht vorzusehen ist.

[0029] Ein weiteres Durchführungsbeispiel des Verfahrens sieht vor, daß die organische Schutzschicht durch ein Tauchverfahren aufgebracht wird. Bei dem Tauchverfahren wird eines der Säurebäder mit den entsprechenden organischen Substanzen, die vorzugsweise aus einem Imidazolderivat bestehen, eingetaucht, wobei das Bad eine Temperatur zwischen 15 und 40°C aufweist. Nach einem Einwirkenlassen der Lösung auf der Halbleiterwaferoberfläche für eine Einwirkzeit zwischen 20 und 90 Sekunden wird anschließend die Schicht bei erhöhter Temperatur zwischen 60 und 100°C für 30 bis 300 Sekunden getrocknet.

[0030] Nach diesen Auftragsverfahren der organischen Schutzschicht sind zunächst die Kupferkontaktflächen mit einer gleichmäßig dicken organischen Schutzschicht bedeckt. Erst nach dem Verbinden von Verbindungsleitungen mit den Kupferkontaktflächen bilden sich durch den Verdrängungs- oder Durchdringungseffekt der Verbindungsleitungen Reste der organischen Schutzschicht auf den Kupferkontaktflächen, soweit sie nicht durch die Verbindungsleitungen abgedeckt werden.

[0031] Bei modernen Chiptechnologien wird für die internen Leiterbahnen und die Bondstellen Kupfer anstelle von Aluminium verwendet. Aufgrund der Oberflächenoxidation auf dem Kupfer ist ein direktes Verbinden mit Verbindungsleitungen wie Bonddrähten nicht möglich. Deshalb muss eine bondbare Schicht auf die Kupferkontaktflächen aufgebracht werden, auf denen Verbindungsleitungen aufzubondet sind. Ein derartiger Schichtaufbau für bondbare Schichten und die erforderlichen Designmodifikationen sowie zusätzliche Verfahrensschritte sind aufwendig und mit hohen Kosten verbunden. Diese Kosten und dieser Aufwand können durch Auftrag einer organischen Schutzschicht direkt auf der Kupfermetallisierung vermieden werden, wenn diese organische Schutzschicht eine Oxidation unterbindet. Das Material der organischen Schutzschicht ist deshalb derart ausgebildet, dass es beim Bondvorgang an der Bondstelle durch die beim Bonden eingebrachten Energien wie Kraft, Reibung und/oder Temperatur entfernt wird und somit ein Bonden direkt auf dem nicht oxidierten Kupfer möglich wird. Dabei wird das Bonden nach dem Thermosonic- oder Ultrasonic-Verfahren durchgeführt. Als Verbindungsleitungen können Bonddrähte aus Kupfer, Gold, Aluminium oder Palladium und deren Legierungen eingesetzt werden.

[0032] Somit wird mit dieser Erfindung ein aufwendiger Schichtaufbau und zusätzliche Designmodifikationen vermieden, womit eine Kosteneinsparung verbunden ist. Ferner lassen sich präzisere und bessere metallische Leiterbahnen auf einem Halbleiterchip verwirklichen. Durch den Einsatz von Kupferverbindungsleitungen sind eine höhere Strombe-

lastbarkeit gegenüber Aluminium- und Goldverbindungsleitungen möglich. Darüber hinaus kann für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ein in den Fertigungslinien bereits eingesetztes Bondverfahren und die entsprechenden Fertigungslinien eingesetzt werden.

[0033] Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsformen mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert.

[0034] Fig. 1 zeigt eine schematische Querschnittsansicht einer ersten Ausführungsform der Erfindung,

[0035] Fig. 2 zeigt eine schematische Querschnittsansicht einer zweiten Ausführungsform der Erfindung,

[0036] Fig. 3 zeigt eine schematische Querschnittsansicht einer dritten Ausführungsform der Erfindung.

[0037] Fig. 1 zeigt eine schematische Querschnittsansicht einer ersten Ausführungsform der Erfindung. In dieser Fig. 1 kennzeichnet die Bezugsziffer 1 ein elektronisches Bauteil, die Bezugsziffer 2 einen Halbleiterchip, die Bezugsziffer 3 Kupferleiterbahnen, die Bezugsziffer 4 Halbleiterelektrodenflächen, die Bezugsziffer 5 Halbleiterbauelemente, die Bezugsziffer 6 Kupferkontaktflächen, die Bezugsziffer 9 einen Systemträger, die Bezugsziffer 10 Reste einer organischen Schutzschicht, die Bezugsziffer 13 eine Bondverbindung, die Bezugsziffer 15 eine Passivierungsschicht und die Bezugsziffer 17 eine Kunststoffmasse, die in der Ausführungsform der Fig. 1 das Gehäuse des elektronischen Bauteils bildet.

[0038] Das elektronische Bauteil der Fig. 1 besteht im wesentlichen aus einem Halbleiterchip 2 und einem Kunststoffgehäuse 17. Das Halbleiterchip 2 weist im Bereich seiner aktiven Oberfläche 18 Halbleiterbauelemente 5 auf, die Halbleiterelektrodenflächen 4 aufweisen. Eine Isolierschicht 19 schützt die aktive Oberfläche 18 des Halbleiterchips und läßt die Halbleiterelektrodenflächen 4 frei, so dass sie von einer Leiterbahnstruktur 14 kontaktiert werden können.

[0039] In dieser Ausführungsform der Erfindung ist die Leiterbahnstruktur aus Kupfer und/oder einer Kupferlegierung, die als Legierungselemente Aluminium und/oder Silicium aufweist. Das Aluminium in der Kupferlegierung vermindert die Oxidationsneigung des Kupfers, während das Silicium die Formstabilität, und Festigkeit der Kupferleiterbahnen 3 erhöht. Diese Kupferleiterbahnen liegen mit ihren Breiten im Submikrometerbereich und folglich sind im Kupfer Legierungszusätze erforderlich, die eine hohe Formstabilität gewährleisten. Die Kupferleitung 3 verbindet die Halbleiterelektrodenfläche 4 mit einer Kupferkontaktfläche 6. Die Kupferkontaktfläche 6 war vor dem Aufbringen der Bondverbindung 13 von einer organischen Schutzschicht bedeckt, welche die Oberfläche 12 der Kupferkontaktfläche 6 vor Oxidation, Korrosion und Kupfersulfidbildung schützt. Somit verbleiben auf der Oberfläche 12 in Bereichen der Kupferkontaktfläche 6 Reste 10 dieser organischen Schutzschicht zurück und schützen den Bereich der Oberfläche 12 der Kupferkontaktfläche 7, der nicht von der Verbindungsleitung 7 kontaktiert wird. Bei dieser Ausführungsform der Erfindung sind die Kupferkontaktflächen 6 im Randbereich des Halbleiterchips 2 angeordnet und die Verbindungsleitungen 7 verbinden die Kupferkontaktflächen 6 auf dem Halbleiterchip 2 mit Kontaktanschlussflächen 8 auf einem Systemträger 9. Die Kontaktanschlussflächen 8 tragen eine bondfähige Beschichtung aus Palladium und Gold, während der Systemträger 9 aus einer Kupferfolie in dieser Ausführungsform der Fig. 1 hergestellt ist. Die Verbindungsleitungen 7 sind in dieser Ausführungsform Bondierdrähte.

[0040] Außerhalb des Gehäuses 20 geht der Systemträger 9 in Außenkontaktanschlüsse oder Pins über, die beispielsweise mit Leitungen einer Leiterplatte verbunden werden

können.

[0041] Die organische Schutzschicht, von der Reste 10 in Fig. 1 dargestellt sind, bedeckt lediglich Kupferkontaktflächen 6 des Halbleiterchips, während die übrige Oberfläche des Halbleiterchips, insbesondere die Kupferleiterbahnstruktur 14 von einer Passivierungsschicht 15 abgedeckt ist. In dieser Ausführungsform der Erfindung nach Fig. 1 besteht die Passivierungsschicht 15 aus einer Siliziumnitritschicht 16, die keinerlei Sauerstoff- oder Wassermoleküle enthält und somit dauerhaft die Kupferleiterbahnstruktur 14 vor einer Oxidation schützt. Der Halbleiterchip 2 ist über eine elektrisch leitende Klebstoffschicht 21 mit einem Halbleiterchipträger 23 verbunden, der über einen Außenkontakt auf das niedrigste Potential einer Schaltung gelegt werden kann. Dieser Halbleiterchipträger 23 ist wie die nicht gezeigten Außenkontakte des elektronischen Bauteils ein Teil des metallischen Systemträgers 9.

[0042] Fig. 2 zeigt eine schematische Querschnittsansicht einer zweiten Ausführungsform der Erfindung. Komponenten der Fig. 2, die gleiche Funktionen wie in Fig. 1 erfüllen, sind mit gleichen Bezugsziffern gekennzeichnet, so dass eine Erläuterung entfallen kann. Die zweite Ausführungsform der Erfindung, die mit Fig. 2 gezeigt wird, unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform der Erfindung, die in Fig. 1 gezeigt wird, dadurch, dass der Halbleiterchip 2 auf seiner aktiven Oberseite 18 einen Systemträger 26 aus einem isolierenden Material trägt und nicht von einem metallischen Systemträger 9, wie er in Fig. 1 gezeigt wird, getragen wird. Der Systemträger 26 ist auf der Oberseite des Halbleiterchips 2 über eine isolierende Klebstoffschicht befestigt. Ferner weist der isolierende Systemträger 26 eine strukturierte Kupferkaschierung 27 auf, die ihrerseits Kontaktanschlussflächen 8 aus Kupfer aufweist. Diese Kontaktanschlussflächen sind im Randbereich eines Bondkanals 28 angeordnet, in dem auf dem Bondkanalgrund Kupferkontaktflächen 6 des Halbleiterchips angeordnet sind. Während in Fig. 1 die Kupferkontaktflächen 8 des metallischen Trägers 9 Edelmetallbeschichtungen tragen, welche die Bondfähigkeit der Kontaktanschlussflächen 8 erhöhen, sind in der Ausführungsform der Fig. 2 diese Kontaktanschlussflächen 8 der strukturierten Kupferkaschierung 27 mit der gleichen organischen Schutzschicht 11 bedeckt, wie die Kontaktflächen 6 auf dem Chip. Somit wird beim Bonden der Verbindungsleitung 7 sowohl auf der Kupferkontaktfläche 6 auf dem Bondkanalgrund als auch auf der Kontaktanschlussfläche 8 des Systemträgers 26 die organische Schutzschicht 11 verdrängt, und eine intensive Bondverbindung ist auf der nichtoxidierten Kupferoberfläche der Kontaktanschlussfläche 8 und der Kontaktfläche 6 möglich. Die Kontaktanschlussfläche 8 der strukturierten Kupferkaschierung 27 ist über eine Kupferleitung 29 mit einer Ausgangskontaktfläche 30 verbunden, die einen Lötball oder Löthöcker 31 trägt. Die strukturierte Kupferkaschierung 27 ist zusätzlich durch eine Lötstoppsmaskenschicht 32 an den Stellen geschützt, die weder für Kontaktanschlussflächen 8 noch für Ausgangskontaktflächen 30 vorgesehen sind. Der Bondkanal 28 ist von einer Kunststoffmasse 17 bedeckt, die gleichzeitig die Bondverbindungen 13 bzw. Verbindungsleitungen 7 im Bondkanal schützen.

[0043] Fig. 3 zeigt eine schematische Querschnittsansicht einer dritten Ausführungsform der Erfindung. Komponenten mit gleichen Funktionen wie in den Fig. 1 und 2 werden mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet und eine Erläuterung wird weggelassen. In Fig. 3 trägt ein Halbleiterchip 2 wie in Fig. 2 einen Systemträger, der im wesentlichen die Funktion einer Umverdrahtungsfolie 33 aufweist. Eine Umverdrahtungsfolie 33 hat die Aufgabe, mikroskopisch kleine Kontaktflächen 6 im Bereich von wenigen Mikrometern auf ei-

nem Halbleiterchip 2, die beispielsweise wie in Fig. 3 in einem Bondkanal 28 angeordnet sein können oder willkürlich auf der aktiven Oberfläche des Halbleiterchips 2 verteilt sein können, über Verbindungsleitungen 7 und in dieser Ausführungsform der Fig. 3 über weitere Kupferleitungen 29 mit Ausgangskontaktflächen 30 zu verbinden. Dazu können die Ausgangskontaktflächen 30 gleichmäßig in einem Muster auf der Umverdrahtungsfolie verteilt sein. Diese Ausgangskontaktflächen 30 können wie in Fig. 3 gezeigt einen Lötball oder einen Löthöcker 31 tragen. Eine strukturierte Kupferkaschierung 27 ragt mit ihrer Verbindungsleitung 7 in den Bondkanal 28 hinein und wird beim Bonden an einer Sollbruchstelle 34, die als Kerbe ausgeführt sein kann, getrennt, und das freie Ende der Verbindungsleitung 7 verdrängt dann beim Bondverfahren die organische Schutzschicht auf der Kupferkontaktfläche 6, so dass Reste 10 der organischen Schutzschicht die gebondete Stelle auf der Oberfläche 12 der Kupferkontaktfläche 6 umgeben.

[0044] Die Ausführungsform der Fig. 3 unterscheidet sich von den Ausführungsformen der Fig. 1 und der Fig. 2 dadurch, dass die Anzahl der Bondstellen halbiert wird, da die Verbindungsleitung 7 nur auf einer von einer organischen Schutzschicht geschützten Kupferkontaktfläche 6 zu bonden ist und keine Bondverbindung zu einer Kontaktanschlussfläche auf der Umverdrahtungsfolie 33 erforderlich ist. Dementsprechend kann auch die Kunststoffmasse 17, die eine derartige Bondverbindung abdecken soll, flacher ausgeführt werden als in der Fig. 2.

Bezugszeichenliste

- 1 elektronisches Bauteil
- 2 Halbleiterchip
- 3 Kupferleiterbahnen
- 4 Halbleiterelektrodenflächen
- 5 Halbleiter-Bauelemente
- 6 Kupferkontaktflächen
- 7 Verbindungsleitungen
- 8 Kontaktanschlussflächen
- 9 Systemträger
- 10 Reste einer organischen Schutzschicht
- 11 organische Schutzschicht
- 12 Oberfläche der Kupferkontaktflächen
- 13 Bondverbindung
- 14 Kupferleiterbahnstruktur
- 15 Passivierungsschicht
- 16 Siliziumnitritschicht
- 17 Kunststoffmasse
- 18 aktive Oberseite des Halbleiterchip
- 19 Isolierschicht
- 20 Gehäuse
- 21 elektrisch leitende Klebstoffschicht
- 22 passive Rückseite des Halbleiterchip
- 23 Halbleiterchipträger
- 25 isolierende Klebstoffschicht
- 26 Systemträger aus isolierendem Material
- 27 strukturierte Kupferkaschierung
- 28 Bondkanal
- 29 Kupferleitung
- 30 Ausgangskontaktfläche
- 31 Lötball oder Löthöcker
- 32 Lötstoppsmaskenschicht
- 33 Umverdrahtungsfolie
- 34 Sollbruchstelle

Patentansprüche

1. Elektronisches Bauteil mit einem Halbleiter-Chip

(2) und Kupferleiterbahnen (3) auf dem Halbleiter-Chip (2), wobei die Kupferleiterbahnen (3) Halbleiterelektrodenflächen (4) von Halbleiterbauelementen des Halbleiter-Chips (2) mit Kupferkontaktflächen (6) verbinden, und sich Verbindungsleitungen (7) von den Kupferkontaktflächen (6) zu Kontaktanschlüssen (8) eines Systemträgers (9) erstrecken, und wobei die Kupferkontaktflächen (6), die eine Verbindungsleitung (7) aufweisen, Reste (10) einer organischen Schutzschicht (11) in Bereichen einer Kupferkontaktfläche (6) aufweisen, die nicht durch die Verbindungsleitung (7) belegt sind.

2. Elektronisches Bauteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Material der Kupferleiterbahnen (3) und der Kupferkontaktflächen (6) eine Kupferlegierung aufweist.

3. Elektronisches Bauteil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kupferlegierung als Legierungselement Silicium aufweist.

4. Elektronisches Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei Einwirken von Kraft, Reibung oder Wärme bei einem Bond-Vorgang die Oberfläche (12) der Kupferkontaktflächen (6) für eine Bondverbindung (13) von der organischen Schutzschicht (11) freigehalten bleibt.

5. Elektronisches Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die organische Schutzschicht (11) ein chemisch reduzierendes Mittel aufweist.

6. Elektronisches Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die organische Schutzschicht (11) hydrophob ist.

7. Elektronisches Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die organische Schutzschicht (11) ein Polymer und/oder Co-Polymer aufweist.

8. Elektronisches Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die organische Schutzschicht (11) ein Material aufweist, das aus der Gruppe disproportioniertes Kolophonium, verestertes Kolophonium, Phtalatharz, vorzugsweise Dimethylglykolphthalat, ausgewählt ist.

9. Elektronisches Bauteil nach einem der Ansprüche 1-6, dadurch gekennzeichnet, daß die organische Schutzschicht (11) ein Imidazolderivat aufweist.

10. Elektronisches Bauteil nach einem der Ansprüche 1-6, dadurch gekennzeichnet, daß die organische Schutzschicht (11) ein Material der Gruppe Alkylimidazol, Dialkyldimidazol, Alkylbenzimidazol oder Dialkylphenylbenzimidazol aufweist.

11. Elektronisches Bauteil nach einem der Ansprüche 1-6, dadurch gekennzeichnet, daß die organische Schutzschicht (11) Phenylbenzimidazol oder Phenyl-dialkyldimidazol aufweist.

12. Elektronisches Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsleitungen (7) Kupfer oder eine Kupferlegierung aufweisen.

13. Elektronisches Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsleitungen (7) Aluminium oder eine Aluminiumlegierung aufweisen.

14. Elektronisches Bauteil nach einem der folgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsleitungen (7) Gold oder Palladium oder Legierungen derselben aufweisen.

15. Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauteils (1) mit einem Halbleiter-Chip (2), der Kupfer-

leiterbahnen (3), Kupferkontaktflächen (6), Halbleiterbauelemente (5) mit Halbleiterelektrodenflächen (4) und Verbindungsleitungen (7) zu Kontaktanschlüssen (8) eines Systemträgers (9) aufweist, wobei das Verfahren folgende Verfahrensschritte aufweist:

- Herstellen einer Kupferleiterbahnstruktur (14) auf einem Halbleiter-Chip (2) zum elektrischen Verbinden von Halbleiterelektrodenflächen (4) mit Kupferkontaktflächen (6) auf einer Isolierschicht (19) des Halbleiterchips (2),
- Aufbringen einer Passivierungsschicht (15) auf die Kupferleiterbahnstruktur (14) unter Freilassung von Kupferkontaktflächen (6),
- Aufbringen einer organischen Schutzschicht (11) auf die Kupferkontaktflächen (6),
- Verbinden von Verbindungsleitungen (7) mit den Kupferkontaktflächen (6) unter Durchdringen und/oder Verdrängen der organischen Schutzschicht (11) auf den Kupferkontaktflächen bis auf einen Rest (10) der organischen Schutzschicht (11).

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß ein Durchdringen und/oder Verdrängen der organischen Schutzschicht (19) mittels der Kraft, der Reibung oder der Wärme eines Bond-Vorgangs erreicht wird.

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß ein Verbinden der Verbindungsleitungen (7) mit den Kupferkontaktflächen (6) mittels eines Thermosonic-Verfahrens oder eines Thermokompressions-Verfahrens durchgeführt wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß ein Verbinden der Verbindungsleitungen (7) mit den Kupferkontaktflächen (6) mittels eines Ultraschall-Bond-Verfahrens erfolgt.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Herstellen einer Kupferleiterbahnstruktur (14) unter Verwendung eines Fotolithographie-Verfahrens hergestellt wird.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß zum Herstellen einer Kupferleiterbahnstruktur (14) zunächst eine Grabenstruktur in die Halbleiteroberfläche eingeätzt wird, welche die Leiterbahnen aufnehmen sollen; anschließend wird der Halbleiterwafer mit einer leitenden Schicht vorzugsweise aus Kupfer oder einer Kupferlegierung beschichtet; danach werden die Gräben mit einem galvanischen Verfahren mit kupferhaltigem Material aufgefüllt und anschließend wird das Kupfer zwischen den Leitungsgräben abgeschliffen.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß als Passivierungsschicht (15) auf die Kupferleiterbahnstruktur (14) eine Siliciumnitridschicht (16) selektiv unter Freilassung von Kupferkontaktflächen (6) aufgebracht wird.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die organische Schutzschicht (11) aufgeschleudert wird.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die organische Schutzschicht (11) aufgesprüht wird.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die organische Schutzschicht (11) durch ein Tauchverfahren aufgebracht wird.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die organische Schutzschicht (11) selektiv bis auf die Bereiche der Kupfer-

kontaktflächen (6) abgetragen wird.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Verbinden von Verbindungsleitungen (7) mit den Kupferkontaktflächen (6) Reste (10) der organischen Schutzschicht (11) 5 auf den Kupferkontaktflächen (6) zurückbleiben.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

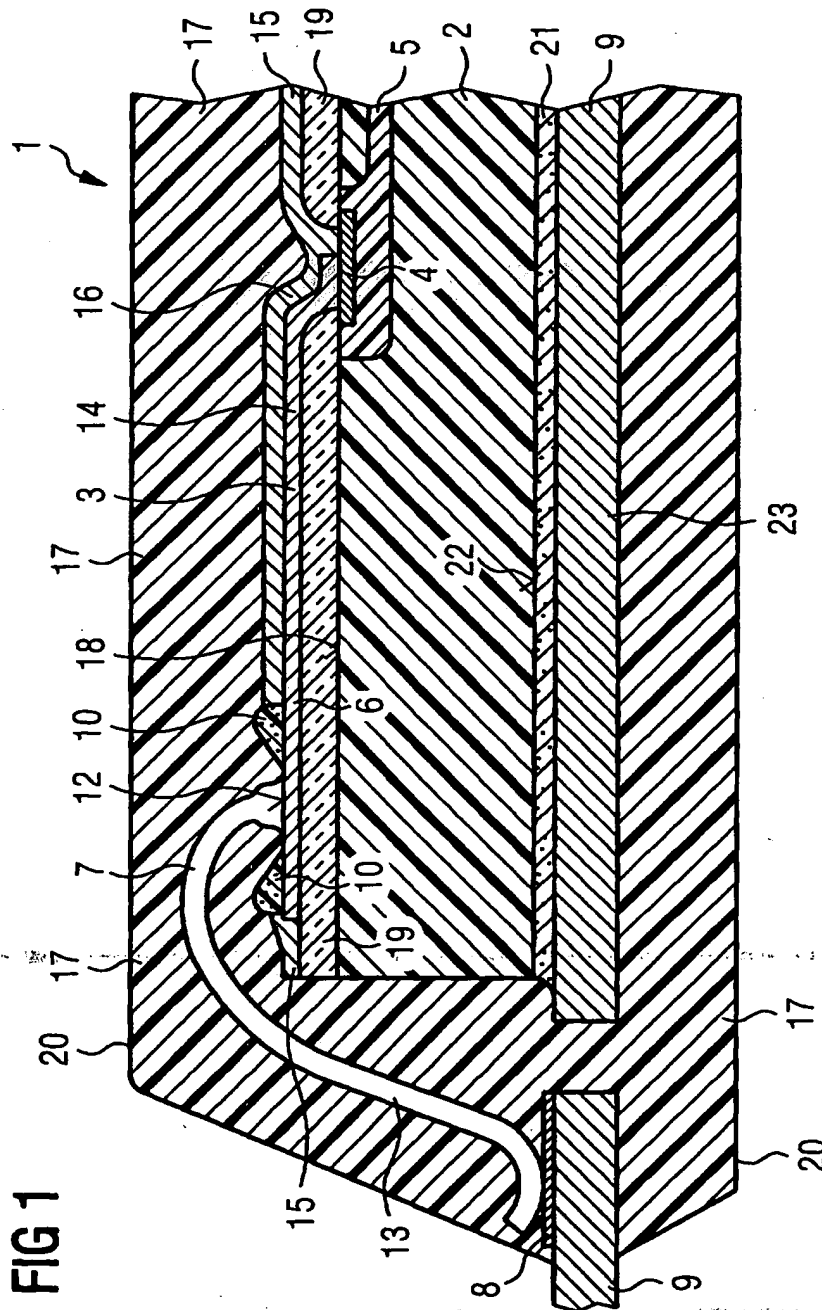


FIG 1

FIG 2

